

вип. 1, № 1, – с. 62–67.

7. Ормонт Б. Ф. Введение в физическую химию и кристаллохимию полупроводников. – М.: Высшая школа, 1968, – с. 488.

8. Стецов Я. И. Определение координационных чисел и средних квадратичных смещений по кривым радиального распределения // Кристаллография, 1973, вып. 3, № 18, – с. 484–486.

9. Стецов Я. И. Новый способ определения нормирующего множителя при электронографических исследованиях структуры аморфных веществ // Кристаллография, 1973, Вып.2, № 18, – с.257–262.

УДК 621.396.6:681.3

О.Б. Бень, В.В. Григор'єв, Р.Т. Панчак*

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра електронних приладів

* Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра САПР

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОГРАМ ТРАСУВАННЯ ПРОВІДНИКІВ У СУЧАСНИХ САПР

© Бень О.Б., Григор'єв В.В., Панчак Р.Т., 2005

Розглянуті результати дослідження ефективності автоматичного трасування провідників в системах P-CAD та OrCAD

The results of efficiency analysis for track automatic routing in PCAD and OrCAD software are considered.

Вступ

Найпоширенішими на наших теренах є системи автоматизованого проектування (САПР) електронної техніки поширення P-CAD (ACCEL EDA) та OrCAD [1-6].

Обидві системи розв'язують приблизно однакові задачі: графічне введення принципів схем і розробка друкованих плат, моделювання цифрових пристроїв, проектування програмованих логічних інтегральних схем тощо.

До переваг САПР OrCAD традиційно зараховують зручні графічні редактори принципів електричних схем та вбудовані засоби моделювання цифрових, аналогових, аналого-цифрових пристроїв та програмованих логічних інтегральних схем, а також програму параметричної оптимізації; до переваг САПР ACCEL EDA (P-CAD) – інтегровані бібліотеки схемних та конструктивно-технологічних компонентів, ефективні програми конструкторського проектування та розвинуті засоби розробки конструкторських та технологічних документів.

Порівняння характеристик та особливостей названих САПР становить окрему тему. У статті розглянуто основні характеристики деяких програм трасування провідників друкованих плат (автотрасувальників) пристроїв електронної техніки в САПР P-CAD (ACCEL EDA) та OrCAD.

Аналіз характеристик автотрасувальників САПР P-CAD та OrCAD

У систему P-CAD входять чотири програми автоматичного трасування (які прийнято називати автотрасувальниками) – Quick Route, PRO Route 2/4, PRO Route і P-CAD Shape-Based

Router.

Автотрасувальник Quick Route використовується для трасування простих плат, що містять невелике число компонентів. Автотрасувальник PRO Route 2/4 трасує одношарові і двошарові плати без обмеження числа виводів або чотиришарові плати з числом виводів компонентів до 4000. Автотрасувальник PRO Route трасує плати, що мають до 30 шарів без вказаних обмежень. Автотрасувальник SPECCTRA поставляється додатково до P-CAD і використовується не тільки для трасування з'єднань, але і для ручного або автоматичного розміщення компонентів на друкованій платі. На сьогодні SPECCTRA є найпрогресивнішим автотрасувальником друкованих плат і використовується при проектуванні складних виробів.

Трасування провідників виконується в OrCAD трьома способами. По-перше, в OrCAD трасування провідників можна здійснювати в ручному або в інтерактивному режимі. При інтерактивному трасуванні виконується поточний контроль дотримання допустимих зазорів. По-друге, для розробки складніших друкованих плат призначена окрема програма SmartRoute, що використовує алгоритми оптимізації нейронних мереж, аналогічна програмі Shape-Based Router пакету P-CAD 2000. По-третє, для розміщення компонентів і трасування провідників в ручному, інтерактивному або автоматичному режимі можна використовувати програму SPECCTRA, що не входить безпосередньо до складу системи OrCAD (в OrCAD є лише засоби трансляції файлів друкованої плати).

Стислий порівняльний аналіз характеристик програм трасування провідників в сучасних САПР наведений в таблиці [1–6].

Порівняльний аналіз характеристик програм трасування провідників

САПР	Автотрасувальник	Особливості роботи	Обмеження
PCAD	Quick Route	Не змінюється топологія заздалегідь прокладених користувачем провідників.	1. Трасування нескладних плат з невеликою кількістю компонентів. 2. Використовується тільки дюймова сітка трасування. 3. Допускається не більше чотирьох шарів металізації.
PCAD	Pro Route	1. Задаються межі області трасування. 2. Деякі компоненти повинні бути зафіксовані (елементи живлення тощо).	1. До 30 сигнальних шарів і до 99 шарів металізації. 2. Одношарові та двошарові плати без обмеження числа виводів, чотиришарові плати з числом виводів компонентів до 4000
PCAD	Shape-Based Router	Трасування багатшарових плат з високою густиною компонентів на безсітковому робочому полі	До 30 шарів, до 4000 компонентів, до 5000 контактів в одному компоненті, до 1000 ланцюгів і до 16 000 електричних з'єднань
OrCAD	Autoroute	Контроль допустимих зазорів між елементами топології	Трасування нескладних плат з невеликою кількістю компонентів
OrCAD	SmartRoute	Алгоритми оптимізації нейронних мереж	-
-	SPECCTRA	ShapeBased-технологія трасування на безсітковому робочому полі. Можливість розсування провідників.	-
-	FreeStyle Router	Вибір стилю трасування, коректування розташування	-

		компонентів, оптимізація трасування	
--	--	--	--

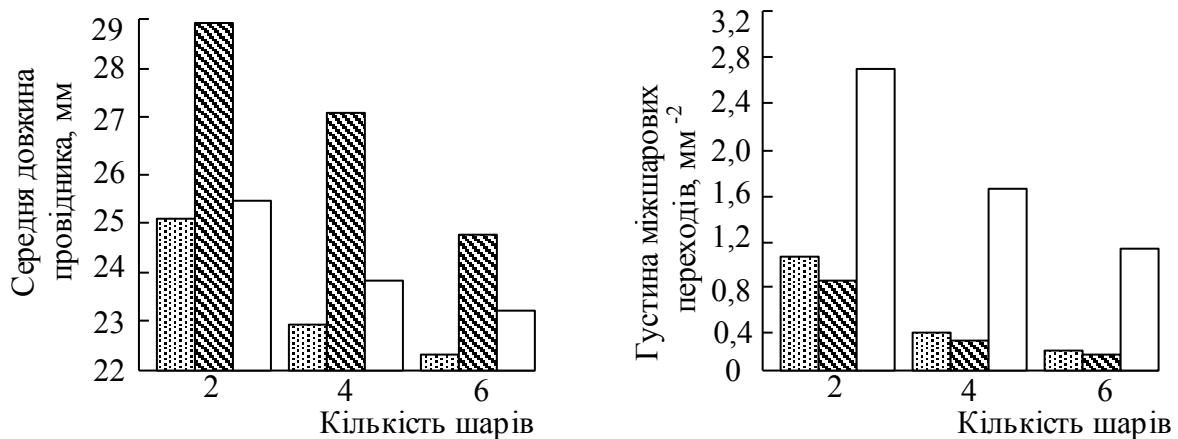
Методика експериментального дослідження ефективності програм автотрасування провідників в САПР P-CAD та OrCAD




У системах P-CAD та OrCAD був поставлений обчислювальний експеримент, під час якого виконувалось автоматичне трасування провідників в двох, чотирьох та шести комутаційних шарах. При цьому використовували аототрасувальники PRO Route (ACCEL P-CAD PCB Version 14), Shape-Based Router (P-CAD 2002) та OrCAD Layout Autorouter

Для оцінки ефективності автоматичного трасування провідників вибрані такі основні критерії: середня довжина провідника та кількість міжшарових переходів на одиницю площі плати (густина міжшарових переходів) [7–9]. Середня довжина провідника характеризує паразитні параметри схеми, а отже впливає на її швидкодію і частотний діапазон. Від кількості міжшарових переходів залежить надійність роботи схеми та її технологічність.

Аналіз результатів

На рисунку показані залежність середньої довжини провідників та густини міжшарових переходів від кількості комутаційних шарів.



- а)
-  PRO Route (ACCEL P-CAD PCB Version 14)
 -  Shape-Based Router (P-CAD 2002)
 -  OrCAD Layout Autorouter

Залежність результатів трасування від кількості шарів:

- а) середня довжина провідників;
б) густина міжшарових переходів

Висновки

Аналіз результатів обчислювального експерименту дозволяє зробити такі висновки.

Густина міжшарових переходів є мінімальною при трасуванні за допомогою програми P-CAD 2002 Shape-Based Router. Під час використання трасувальника OrCAD Layout Autorouter густина є практично втричі більшою, ніж у двох інших випадках.

Довжина розведених провідників є максимальною під час використання P-CAD 2002 Shape-Based Router і мало залежить від кількості комутаційних шарів.

1. Разевиг В. Д. Система проектирования печатных плат ACCEL EDA 15 (P-CAD 2000). – М.: Солон-Р, 2000.

2. Разевиг В. Д. P-CAD 2000. Справочник команд. — М.: Горячая линия-Телеком, 2000.

3. Стешенко В. Б. *ACCEL EDA. Технология проектирования печатных плат.* – М.: Нолиджд, 2000.
4. *SPECCTRA. Tutorial. Product Version 9.0.* — San Jose: Cadence Design Systems, Inc., 1999.
5. Разевиг В.Д. *Система проектирования цифровых устройств OrCAD.* – М.: Солон-Р, 2000.
6. Афанасьев А. О., Кузнецова С. А., Нестеренко А. В. *Проектирование в OrCAD.* – К.: Наука и техника, 2001.
7. Лобур М., Готра З., Григор'єв В., Панчак Т. *Дослідження ефективності алгоритму парних перестановок компонентів в САПР PCAD // Матеріали VIII українсько-польської конференції "САПР в машинобудуванні: проблеми впровадження та навчання", Львів, 2000, – с. 88–92.*
8. Панчак Р.Т., Лобур М.В., Готра З.Ю., Григор'єв В.В. *Дослідження параметрів стратегії автоматичного трасування провідників в САПР PCAD // Вісник Держ. ун-ту "Львівська політехніка". Сер. "Комп'ютерні системи проектування. Теорія і практика", 2000, № 398, – с. 134–138.*
9. V. Grigoriev. *The efficienci analysis for track automatic routing in circuit boards with sufrace mountable devices // Proceeding on 7 International Symposium on Microelectronics Technologies and Microsystems in coepetation with 12 International Science Conference ELECTRONICS'2003, Sofia - Sozopol, Proceeding on 7 International Symposium on Microelectronics Technologies and Microsystems in coepetation with 12 International Science Conference ELECTRONICS'2003, Sofia - Sozopol, – p. 163–164.*

УДК 535.343.2

С.І. Качан, З.П. Чорній*, І.Б. Пірко*

Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра техногенно-екологічної безпеки

*Національний лісотехнічний університет України,
кафедра фізики

МОДЕЛЮВАННЯ МЕХАНІЗМУ ГЕНЕРАЦІЇ ЦЕНТРІВ ЗАБАРВЛЕННЯ В ЛЕГОВАНИХ КРИСТАЛАХ ФЛЮОРИТІВ

© Качан С.І., Чорній З.П., Пірко І.Б., 2005

Розглянуто основні принципи побудови одомірної моделі механізму генерації центрів забарвлення в легованих кристалах із структурою флюориту. У запропонованій моделі реальний кристал розглядається як ланцюг, побудований із іонів основи і обмежений по довжині домішково - вакансійними диполями (ДВД). Центри забарвлення виникають внаслідок розпаду в іонному ланцюгу електронно-діркових пар.

In the work the main principles of construction of one-dimensional model of colouring centers generation mechanism in doped fluorite-structured crystals are examined. In the suggested model the real crystal is being examined like a chain, constructed of the ions of the base and limited by the impurity-vacansional dipoles (IVD) along the length. Colouring centers arise as a result of elektronic - holed pairs disintegration in the ionic chain.